

Requested Patent: JP11089134A  
Title: PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR ;  
Abstracted Patent: JP11089134 ;  
Publication Date: 1999-03-30 ;  
Inventor(s): NARITA KENJI ;  
Applicant(s): FUJITSU GENERAL LTD ;  
Application Number: JP19970257805 19970905 ;  
Priority Number(s): JP19970257805 19970905 ;  
IPC Classification: H02K1/27; H02K29/00 ;  
Equivalents: ;

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enlarge reluctance, to optimize motor torque, and to improve the efficiency of a motor in a permanent magnet type motor. **SOLUTION:** In an inner rotor type permanent magnet type motor, a rotor core 10 is composed first and second cores 13 and 16, permanent magnets 11 by the number of poles of the permanent magnet type motor are embedded and holes 12 for flux barrier are formed in the first core 13. Permanent magnets 14 in a number corresponding to that of the poles are embedded and holes 15 for flux barrier are formed in the second core 16. The permanent magnets 11 and the holes 15 are positioned opposite and are in a relation such that the holes 15 are contained in the slits (areas) of the permanent magnets 11. Permanent magnets 14 and the holes 12 are positioned oppositely and are in a relation such that the holes 12 are contained in the slits (areas) of the permanent magnets 14.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-89134

(43)公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 0 2 K 1/27

5 0 1 A

5 0 1 K

5 0 1 M

29/00

29/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-257805

(22)出願日 平成9年(1997) 9月5日

(71)出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72)発明者 成田 憲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

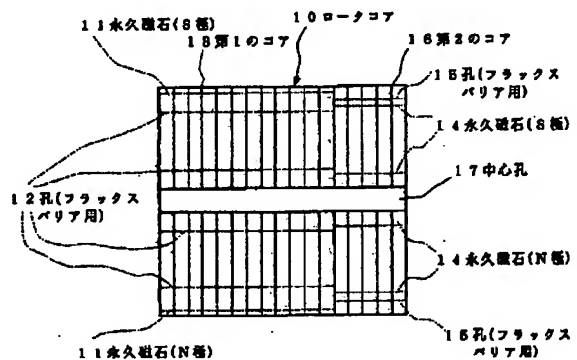
(74)代理人 弁理士 大原 拓也

(54)【発明の名称】 永久磁石形モータ

(57)【要約】

【課題】 永久磁石形モータにおいて、リラクタンストルクを大きくし、モータトルクを最適なものにしてモータの効率向上を図る。

【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石形モータにおいて、ロータコア10を第1および第2のコア13、16で構成し、第1のコア13には永久磁石形モータの極数だけの永久磁石11を埋設するとともに、フラックスバリア用の孔12を形成し、第2のコア16には極数だけの永久磁石14を埋設するとともに、フラックスバリア用の孔15を形成する。永久磁石11と孔15とは、相対して位置し、かつ永久磁石11のスリット(面積)に孔15を包含する関係にある。永久磁石14と孔12とは、相対して位置し、かつ永久磁石14のスリット(面積)に孔12を包含する関係にある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを少なくとも2つのコアで構成し、該各コアには磁極毎に円周方向に少なくとも2層のスリットを形成するとともに、少なくとも1つのコアの外径側のスリットに永久磁石を収納し、残りのコアの中心に近い方のスリットに永久磁石を収納するようにしたことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項2】 ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを第1および第2のコアで構成し、該第1および第2のコアには磁極毎に同コアの外径に対して逆円弧状のスリットを2層形成するとともに、前記第1のコアの中心に近い方のスリットに永久磁石を収納し、他のスリットをそのままとし、前記第2のコアの外径側のスリットに永久磁石を収納し、他のスリットをそのままとし、前記第1および第2のコアをd、q軸一致で重ね合わせてなることを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項3】 前記2層のスリットは中心に近い方のスリットが小さく、前記第1および第2のコアを重ね合わせた場合第1のコアのスリットと第2のコアのスリットとが相対し、前記永久磁石を収納するスリットには相対しているスリットが包含されるようにした請求項2記載の磁石形モータ。

【請求項4】 前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとした請求項1、2または3記載の永久磁石形モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石形モータに係り、特に詳しくはモータのリラクタンストルクを有効利用して高効率化を図る永久磁石形モータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種の永久磁石形モータのインナーロータ構成はロータコアに永久磁石を埋設してなり、例えば図5や図6に示すものが提案されている。図5に示すように、24スロットのステータコア1内のロータコア2は、当該永久磁石形モータの極数（4極）分だけ板状の永久磁石3が外径に沿って円周方向に配置され、かつそれら隣接する永久磁石3の間にフラックスバリア4が形成されている。なお、5は中心孔（シャフト用の孔）である。

【0003】ここで、永久磁石3による空隙部（ステータコア1の歯と永久磁石3との間）の磁束分布が正弦波状になっているものとする、永久磁石形モータのトルク $T$ は $T = P_n \{ \Phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta - 0.5 (L_d - L_q) \cdot I^2 \cdot \sin 2\beta \}$ で表される。なお、 $T$ は出力トルク、 $\Phi_a$ はd、q座標軸上の永久磁石による電

機子鎖交磁束、 $L_d$ 、 $L_q$ はd、q軸のインダクタンス、 $I_a$ はd、q座標軸上の電機子電流の振幅、 $\beta$ はd、q座標軸上の電機子電流のq軸からの進み角、 $P_n$ は極対数である。

【0004】前記数式において、第1項は永久磁石3によるマグネットトルクであり、第2の2項はd軸インダクタンスとq軸インダクタンスとの差によって生じるリラクタンストルクである。詳しくは、T. IEE Japan, Vol. 117-D, No. 7, 1997の論文を参照されたい。また、図6に示すロータコア2は図5に示す永久磁石3と異なる形状の永久磁石6を有する構成になっているが、前記数式の適用は明かである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記永久磁石形モータにおいては、q軸の磁路に永久磁石3、4が存在し、またフラックスバリア4が存在することにより、q軸インダクタンス $L_q$ が小さくなってしまふ。その結果、前記数式の $(L_q - L_d)$ の値が小さく、つまりリラクタンストルクが小さく、モータのトータルトルクが小さくなってしまふという欠点があった。

【0006】そこで、q軸インダクタンス $L_q$ を大きくするために、モータの1極当りの永久磁石の数を多くし、つまり多層埋込磁石構造とすることが提案されている。詳しくは前記した論文を参照されたい。しかし、磁極毎の永久磁石を多層とするために、製造の複雑化、高コスト化が避けられないという問題点がある。

【0007】この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的はq軸インダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、またモータトルクを最適なもとにしてモータの効率向上を図ることができるようにした永久磁石形モータを提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明はロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを少なくとも2つのコアで構成し、該各コアには磁極毎に円周方向に少なくとも2層のスリットを形成するとともに、少なくとも1つのコアの外径側のスリットに永久磁石を収納し、残りのコアの中心に近い方のスリットに永久磁石を収納するようにしたことを特徴としている。

【0009】この発明はステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを第1および第2のコアで構成し、該第1および第2のコアには磁極毎に同コアの外径に対して逆円弧状のスリットを2層形成するとともに、前記第1のコアの中心に近い方のスリットに永久磁石を収納し、他のスリットをそのままとし、前記第2のコアの外径側のスリットに永久磁石を収納し、他のスリットをそのままとし、前記第1および第2のコアをd、

q軸一致で重ね合わせてなることを特徴としている。

【0010】この場合、前記2層のスリットは中心に近い方のスリットが小さく、前記第1および第2のコアを重ね合わせた場合第1のコアのスリットと第2のコアのスリットとが相対し、前記永久磁石を収納するスリットには相対しているスリットが包含されるようにするとよい。また、前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとするとよい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図1ないし図4を参照して詳しく説明する。この発明の永久磁石形モータは、インナーロータコアを複数コアで構成し、かつ各コアに永久磁石を埋設するとともに、フラックスバリア用の孔を形成することによりq軸のインダクタンスが大きくなり、また複数コアによりマグネットトルクとリラクタンストルクとの比が選定可能となることに着目したものである。

【0012】そのために、図1ないし図3に示すように、この永久磁石形モータのロータコア10は、S極およびN極となる永久磁石11および同永久磁石11と層の形でフラックスバリア用の孔12を有する第1のコア（鉄心）13と、S極およびN極となる永久磁石14および同永久磁石14と層の形でフラックスバリア用の孔15を有する第2のコア（鉄心）16とからなる。なお、第1のコア13と第2のコア14との比は、一方のコアがインナーコアの積層長の大半を占め、例えば大きい永久磁石11を有する第1のコア13を大きくするとよい。また、17はコアの中心孔（シャフト用孔）である。

【0013】具体的に説明すると、第1のコア13において、磁極毎に円周方向に2層のスリット（例えばモータの極数（4極）分だけコアの外径に対して逆円弧状のスリット）を4組形成し、そのコアの中心に近い方のスリットには永久磁石11を埋設し、そのコアの外径側のスリットはそのままとし、つまりフラックスバリア用の孔12とする。第2のコア16において、磁極毎に円周方向に2層のスリット（例えばモータの極数（4極）分だけコアの外径に対して逆円弧状のスリット）を4組形成し、そのコアの外径側のスリットには永久磁石14を埋設し、そのコアの中心に近い方のスリットはそのままとし、つまりフラックスバリア用の孔15とする。なお、第1のコア13ではそのコアの中心に近い方のスリットの面積が外形側のスリットより大きく、第2のコア16ではそのコアの外形側のスリットの面積が中心に近い方のスリットと同等以上とする。

【0014】そして、図1および図4に示すように、前記永久磁石11、14を収納した第1および第2のコア13、16を重ね合わせ、かつd軸およびq軸を一致させる。すると、第1のコア13の永久磁石11と第2のコア16の孔15とが相対し、第1のコア13の孔12

と第2のコア16の永久磁石14とが相対するが、孔15は永久磁石11の形状に包含し、孔12は永久磁石11の形状に包含する。つまり、第1および第2のコア13、16のスリットを形成する際、面積の小さい方のスリットが相対する大きい方のスリットに全て包含される。なお、第1および第2のコア13、16の永久磁石11、14はそれぞれ4つであるが、2P個（P；正の整数）の永久磁石により2P極の磁極を形成するモータにも適用可能である。この場合、永久磁石に合わせてフラックスバリア用の孔の数を決め、またステータコアの巻線もその2P極の磁極に合わせて施すことになる。

【0015】図4に示すロータ構成図を参照してインダクタンスについて説明する。なお、24スロットのステータコア18には三相（U相、V相およびW相）の電機子巻線が施されているが、スロット数や電機子巻線が異なってもよい。また、ステータコア18において、例えば外径側の巻線をU相、内径側の巻線をW相、その中間の巻線をV相としている。前記第1のコア13により、マグネットトルクは大きくなるが、q軸インダクタンス $L_q$ はそれほど大きい値とならない。前記第2のコア16により、マグネットトルクはそれほど大きくないが、q軸インダクタンス $L_q$ は大きい値となる。

【0016】したがって、前記第1のコア13および第2のコア16からなるロータコア10においては、q軸インダクタンス $L_q$ が大きい値になり、つまりステータコア16からの磁束が内部に入り込み易くなるため、インダクタンスの差（ $L_q - L_d$ ）が大きくなり、リラクタンストルクが大きくなる。また、第1のコア13の孔12を第2のコア16の永久磁石14に平行とし、第2のコアの孔15を第1のコア13の永久磁石11に平行とすることから、フラックスバリア効果が有効に発揮される。また、インダクタンスの差（ $L_q - L_d$ ）を大きくするために、例えばその孔12をロータの外径側に寄せるとよい。さらに、永久磁石11、14を大きくするとともに、その孔12、15を大きくすれば、マグネットトルクを大きくすることができ、かつインダクタンスの差（ $L_q - L_d$ ）をさらに大きくすることができる。

【0017】このように、第1および第2のコア13、16に、それぞれ永久磁石11、14およびフラックスバリア用の孔12、15を適切に設けたので、q軸インダクタンス $L_q$ を大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、しかも永久磁石11、14の大きさによりマグネットトルクを大きくすることができ、効率の高いモータを得ることができ

る。

【0018】ところで、前記ロータコア10は、電磁鋼板をプレスで打ち抜いて積層し、永久磁石11、14を埋設して着磁することになるが、そのプレスの際に前記永久磁石11、14の形状孔、フラックスバリア用の孔

12, 15および中心孔(シャフト用の孔)17を打ち抜けばよい。この場合、前述したように、永久磁石11のスリットに孔15のスリットを包含し、永久磁石14のスリットに孔12のスリットを包含するようにしていることから、プレス製造上のコストが従来と変わらず、つまり製造コストが上がらずに済む。また、前述した永久磁石11, 14を収納して固定し(埋設し)、着磁したロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとし、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップ(運転効率の上昇、振動や騒音の低下)を図ることができる。

#### 【0019】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石形モータの請求項1記載の発明によると、インナーロータコアを少なくとも2つのコアで構成し、該各コアには磁極毎に円周方向に少なくとも2層のスリットを形成するとともに、少なくとも1つのコアの外径側のスリットに永久磁石を収納し、残りのコアの中心に近い方のスリットに永久磁石を収納するようにしたので、インダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、また各磁極の永久磁石が2層の形になることから、コアの積層長の割合を選択することによってマグネットトルクとリラクタンストルクの比を選定することができ、つまりモータトルクを最適なものとし、モータの効率向上を図ることができるという効果がある。

【0020】請求項2記載の発明によると、インナーロータコアを第1および第2のコアで構成し、該第1および第2のコアには磁極毎に同コアの外径に対して逆円弧状のスリットを2層形成するとともに、前記第1のコアの中心に近い方のスリットに永久磁石を収納し、他のスリットをそのままとし、前記第2のコアの外径側のスリットに永久磁石を収納し、他のスリットをそのままとし、前記第1および第2のコアをd、q軸一致で重ね合わせてなるようにしたので、q軸のインダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、また第1および第2のコアの永久磁石により各磁極が2層の形になることから、第1のコアと第2のコアの積層長の割合を選択することによってマグネットトルクとリラクタンストルクの比を選定する

ことができ、つまりモータトルクを最適なものにしてモータの効率向上を図ることができるという効果がある。

【0021】請求項3記載の発明によると、請求項2において2層のスリットは中心に近い方のスリットが小さく、前記第1および第2のコアを重ね合わせた場合第1のコアのスリットと第2のコアのスリットとが相対し、前記永久磁石を収納するスリットには前記相対しているスリットが包含されるようにしたので、請求項2の効果に加え、第2のコアの永久磁石が小さい分、q軸のインダクタンスを効果的に大きくすることができ、また永久磁石のスリットには相対するスリットが包含されることから、コアの打ち抜き積層が容易であり、つまり当該モータの製造コストアップにならずに済むという効果がある。請求項4記載の発明によると、請求項1, 2または3において前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとしたので、請求項1, 2または3の効果に加え、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップを図ることができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の一形態を示す永久磁石形モータのインナーロータの概略的縦断面図。

【図2】図1に示すインナーロータの概略的部分横断面図。

【図3】図1に示すインナーロータの概略的部分横断面図。

【図4】図1に示すインナーロータを有する永久磁石モータの概略的平面図。

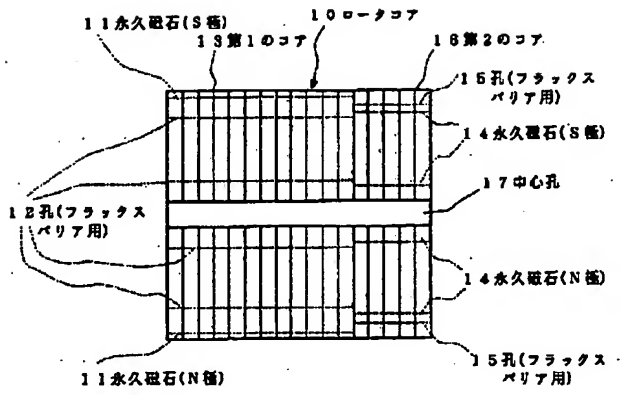
【図5】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

【図6】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

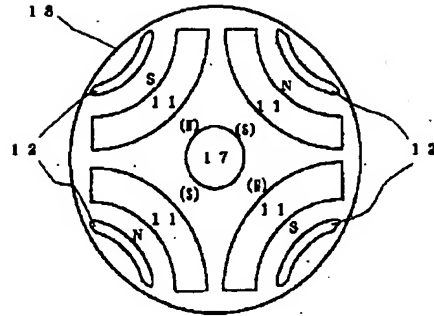
#### 【符号の説明】

- 10 ロータコア(磁石埋込型界磁鉄心)
- 11, 14 永久磁石
- 12, 15 孔(フラックスバリア用)
- 13 第1のコア
- 16 第2のコア
- 17 中心孔(シャフト用孔)
- 18 ステータコア

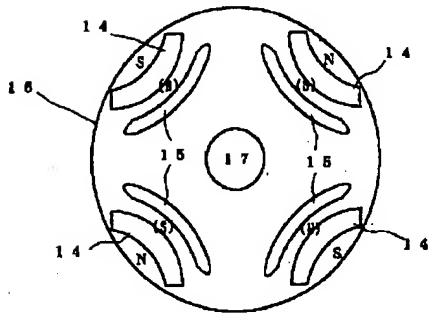
【図1】



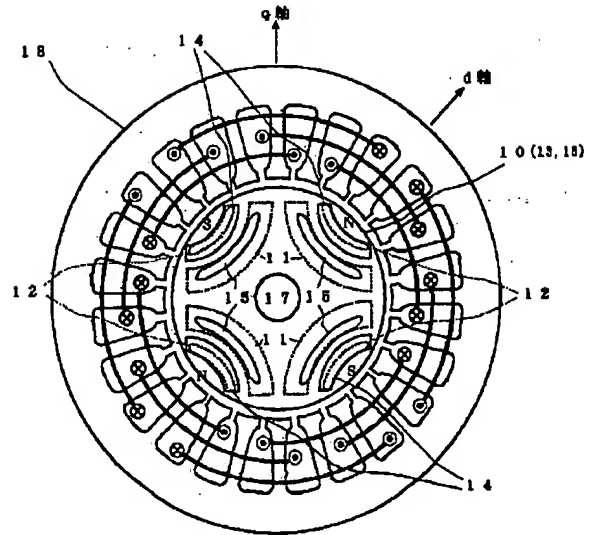
【図2】



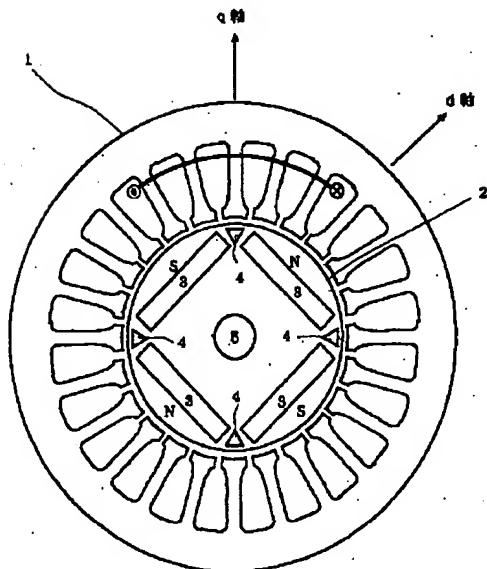
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

